

Docket No.: HI-0176

PATENT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of :  
:   
Chae Min JU and Young Bok KIM :  
:   
Serial No.: New U.S. Patent Application :  
:   
Filed: November 25, 2003 :  
:   
Customer No.: 34610 :  
:   
For: SLIM-TYPE OPTICAL PICK-UP ACTUATOR FOR  
RECORDING/REPRODUCING DEVICE

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENTS**

U.S. Patent and Trademark Office  
2011 South Clark Place  
Customer Window  
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03  
Arlington, Virginia 22202

Sir:


At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following application:

Korean Patent Application No. 2002/74086, filed November 26, 2002

Korean Patent Application No. 2003/16486, filed March 17, 2003

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,  
FLESHNER & KIM, LLP

  
Carl R. Wesolowski  
Registration No. 40,372

P.O. Box 221200  
Chantilly, Virginia 20153-1200  
703 502-9440 DYK/CRW:jld  
Date: **November 25, 2003**



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0016486  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 03월 17일  
Date of Application MAR 17, 2003

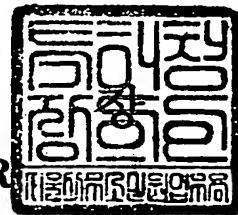
출원인 : 엘지전자 주식회사  
Applicant(s) LG Electronics Inc.



2003 년 06 월 05 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2003.03.17
【국제특허분류】	G11B
【발명의 명칭】	슬림형 광 픽업 액츄에이터
【발명의 영문명칭】	Optical pick-up actuator of slim type
【출원인】	
【명칭】	엘지전자 주식회사
【출원인코드】	1-2002-012840-3
【대리인】	
【성명】	허용록
【대리인코드】	9-1998-000616-9
【포괄위임등록번호】	2002-027042-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	주채민
【성명의 영문표기】	JU,Chae Min
【주민등록번호】	710118-1398917
【우편번호】	447-310
【주소】	경기도 오산시 갈곶동 220 동부아파트 107동 1003호
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 허용록 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	19 면 19,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	0 항 0 원
【합계】	48,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 슬림형 광 픽업 액츄에이터에 관한 것이다.

본 발명에 따른 슬림형 광 픽업 액츄에이터는 포커스 코일의 힘 중심과 트래킹 코일의 힘 중심이 X축 방향의 한 점에 일치시켜 줄 수 있도록 하여, 구동 특성 안정화 및 고 감도를 위한 것이다. 이를 위해, 본 발명은 2개의 마그네트 중심에 포커싱 코일을 배치하며, 포커싱 코일 좌/우측면에 트래킹 코일을 배치함과 아울러, 코일들의 권선된 면이 두 개의 마그네트와 대향하는 구조를 갖는 슬림형 광 픽업 액츄에이터를 제공함에 그 특징이 있다.

**【대표도】**

도 8

**【색인어】**

슬림형, 액츄에이터, 코일, 마그네트, 힘 중심, 무게 중심

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

슬림형 광 픽업 액츄에이터{Optical pick-up actuator of slim type}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 슬림형 광 픽업 액츄에이터의 구조를 보여주는 사시도.

도 2a는 도 1의 측 단면도.

도 2b는 종래 액츄에이터에서, 무게중심과 힘 중심을 나타내기 위한 코일 및 마그네트의 평면도.

도 3a, 도 3b는 종래 포커싱 및 트래킹 코일의 자속 및 벡터 분포를 나타낸 도면.

도 4a 및 도 4b는 종래의 광픽업 액츄에이터에서의 자기력선 분포와 이에 따른 회전 모멘트를 도식적으로 나타낸 도면.

도 5a 내지 도 5c는 종래의 광픽업 액츄에이터에서 트래킹 코일에 의한 롤링 모드를 설명하기 위한 도면.

도 6은 종래 광 픽업 액츄에이터의 주파수에 따른 트위스팅, 벤딩 상태, 다시 트위스팅 상태를 나타낸 도면.

도 7a 내지 도 7c는 종래의 광 픽업 액츄에이터에서 피칭모드, 롤링 모드, yawing 모드를 나타내기 위한 주파수대 위상 그래프.

도 8은 본 발명 슬림형 광 픽업 액츄에이터의 사시도.

도 9a는 도 8의 렌즈홀더 상세 구성도.

도 9b는 도 8의 코일 및 마그네트 배치를 보인 구성도.

도 10은 도 8의 측면도로서 쇠교길이 및 마그네트간의 거리를 나타낸 도면.

도 11은 본 발명 광 픽업 액츄에이터에서 포커싱 및 트랙킹 코일의 자속/벡터 분포도.

도 12는 본 발명 액츄에이터의 주파수에 따른 벤딩 및 트위스팅 상태를 나타낸 도면.

도 13a 및 13b는 본 발명 액츄에이터의 주파수/위상 관계 그래프.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

200...액츄에이터 201...대물렌즈

202...렌즈홀더 203...포커싱 코일

204...트랙킹 코일 205...마그네트

206a...요크 207...와이어 서스펜션

208,211...기판 209...프레임

220,221...수용홈 222...코일 안착홈

223...십자형 돌기

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<24> 본 발명은 슬림형 광 픽업 액츄에이터에 있어서, 특히 포커스 코일의 힘 중심과 트랙킹 코일의 힘 중심을 X축 방향의 한 점에 일치시켜 줄 수 있도록 한 슬림형 광 픽업 액츄에이터에 관한 것이다.

<25> 광 디스크에 저장된 기록된 신호를 재생하기 위한 기기를 광 디스크 드라이브라 하는데, 이러한 광 디스크 드라이브는 대물렌즈로부터 집광된 광 빔을 광 디스크의 회전에 따른 광 디스크의 면 진동과 편심 등에 의해 발생하는 영향을 최소화하도록 광 스폿을 광 디스크의 신호 트랙의 중심을 추종하도록 하는 대물렌즈 구동장치가 광 픽업 장치와 함께 구성되어 있다. 이러한 대물렌즈 구동장치를 광 픽업 액츄에이터(Actuator)라 하며, 대물렌즈가 장착된 가동부(이하 렌즈홀더)를 상하 좌우 등으로 이동시켜 광 디스크의 정보 기록면에 집광되는 빔의 포커싱(Focusing)과 트랙킹(Tracking) 등의 서보를 수행한다.

<26> 도 1 및 도 2를 참조하면, 종래의 광 픽업 액츄에이터(100)는 렌즈홀더(102)의 일측 전면에 돌출형으로 대물렌즈(101)를 탑재하고, 상기 렌즈홀더(102) 중앙에 제 1수용홈(112a)이 형성된 보빈(bobbin)(110)의 외주면을 따라 포커싱 코일(103)이 권선되며, 상기 포커싱 코일(103)의 일측 좌/우에 트랙킹 코일(104)이 권선된다.

<27> 베이스(106)로부터 돌출된 U 자형 요크(106a)의 일면(대향면)에는 마그네트(105)를 각각 부착되며, 상기 마그네트(105) 및 요크(106a)가 제 1 및 제 2수용홈(112a, 112b)으로 각각 돌출되어, 마그네트(105)가 서로 대향하는 구조이다.

<28> 상기 베이스(106)와 프레임(109), 그리고 프레임 배면에 부착된 기판(108)이 나사(120)에 의해 베이스(106)에서 돌출된 지지부(106b)에 체결된다.

<29> 그리고, 상기 렌즈홀더(102)는 그 양측면 중심부분에 고정된 기판(111)과 프레임(109) 사이에 한 쌍의 와이어 서스펜션(107)을 연결하여 탄성 지지하도록 한 구조이다.

- <30> 여기서, 렌즈홀더(102)의 내부 제 1 및 제 2수용홈(112a, 112b)은 단일개의 홈으로 가공되어 있으며, 포커싱 코일(103)과 트래킹 코일(104)이 권선된 보빈(110)에 의해 나누어진 구조이며 상기 보빈(110)은 상기 렌즈홀더(102)에 고정된다.
- <31> 이러한 구조에서, 상기 포커싱 코일(103)과 트래킹 코일(104)에 전류를 인가하면 상기 마그네트(105)와 상기 포커싱 코일(103) 및 트래킹 코일(104)의 전자기적 상호 작용에 의해 상기 코일들이 힘을 받게 되고 이에 따라 상기 렌즈홀더(102)가 연동하게 된다. 상기 포커싱 코일(103) 및 트래킹 코일(104)이 힘을 받는 방향은 플레밍의 왼손법칙에 따르게 된다.
- <32> 따라서, 상기 포커싱 코일(103) 및 트래킹 코일(104)과 마그네트(105)의 상호 작용에 의해 코일에 전자기력이 작용하면, 보빈(110)이 포커싱 방향(Z) 또는 트래킹 방향(Y)으로 운동하게 된다. 이에 따라 상기 보빈(110)과 함께 렌즈홀더(102)가 움직이면서 대물렌즈(101)가 이동되어 디스크(미도시)에 광 스폿이 맺히는 위치가 조절된다.
- <33> 상기한 렌즈홀더(202)의 무게 중심(mass center position)은 도 2a, 도 2b에 도시된 바와 같이, 좌/우 트래킹 코일(103) 사이에 있게 되는데, 도 2b에 도시된 바와 같이 2개의 마그네트(105)의 사이에 위치하는 제1 포커싱 코일(103a)의 동작 중심점(C1)과 트래킹 코일(104)의 동작 중심점(C2)이 상이한 지점에 위치하게 된다. 이는 2개의 마그네트(105) 사이에 포커싱 코일(103)이 지나가고, 상기 포커싱 코일(103)의 외측에 트래킹 코일(104)을 좌/우측에 부착한 구조에 의해 기인된다.
- <34> 그리고, 상기 코일(103, 104)들이 설치된 보빈(110)을 포함하는 렌즈홀더(102)의 무게중심(G)은 상기 코일(103a, 104)의 동작중심점(C1, C2)의 사이에 위치하도록 설계한다.



- <35> 일반적으로 상기 코일(103a, 104)의 동작중심점(C1, C2)과 상기 무게중심(G)은 한 위치에서 일치시키는 것이 액추에이터의 성능이 가장 좋아지게 되고, 상기 코일(103a, 104)의 동작중심점(C1, C2)이 일치하지 않는 상태에서 상기 무게중심(G)을 어느 하나의 동작중심점에 일치시키는 경우 일치되지 않는 동작중심점의 동작특성이 나빠지게 되므로, 설계상 상기 무게중심(G)을 상기 코일(103a, 104)의 동작중심점(C1, C2)의 사이에 위치하도록 설계한다.
- <36> 그러나, 이러한 경우에도 렌즈홀더(102)의 무게중심, 즉 이동 중심(G)이 일치하지 않으므로 포커싱 동작이나 트래킹 동작시, 렌즈홀더(102)가 정확하게 이동되지 않고 기울어지면서 이동하게 되는 문제점이 있다. 또한 포커싱 코일(103)의 반대편 코일 부분(C3, 103b)에서 발생하는 누설 자속(leakage flux)은 마그네트(105)의 배면에 위치하기 때문에 포커싱 동작에 반대 방향의 힘으로 작용한다.
- <37> 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- <38> 도 3a 및 도 3b는 종래 도 1과 같은 광 픽업 액추에이터의 코일 자속 밀도 및 벡터 분포도이다. 이에 도시된 바와 같이, 포커싱 코일(103)에 전류를 인가하면 포커싱 코일(103)의 자속 밀도는 도 3의 (a)와 같이 불균형적인 분포를 보인다. 즉, 마그네트(105) 사이에 있는 제1 포커싱 코일 부분(103a)은 마그네트(105)와의 상호 작용에 의해 자속이 집중되는데 반해, 요크 배면에 있는 제2 포커싱 코일 부분(103b)은 요크(106a)에 의해 막혀있으므로 마그네트(105)에 의한 영향을 받지 않게 된다. 도 3b는 종래 트래킹 코일 자속 분포 및 벡터 분포도이다. 트래킹 코일(104)이 마그네트(105)의 좌/우측에 배치되기 때문에 자속밀도가 마그네트(105)의 중앙 방향으로 집중되는 분포를 나타낸다.

<39> 그러나, 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이, 상기 요크(106a)의 안쪽에 있는 제1 포커싱 코일(103a)은 상기 마그네트(105)와의 상호 작용에 의해 전자기력을 받게 되는데 반해, 상기 요크(106a)의 바깥쪽에 있는 제2 포커싱 코일(103b)은 상기 요크(106a)에 의해 막혀 있으므로 상기 마그네트(105)에 의한 영향을 받지 않게 된다. 하지만, 실제로는 도 4a에서 점선으로 표시된 바와 같이 상기 마그네트(105)에 의한 자기력선이 마그네트(105)의 중심에서 벗어나면서 마그네트(105)의 가장자리에서는 넓게 퍼지게 된다. 그러면서 자기력선이 상기 요크(106a)를 벗어나 바깥쪽으로 누설되게 된다.

<40> 이러한 누설 자속으로 인해 상기 요크(106a)의 바깥쪽에 있는 제2 포커싱 코일(103b)이 영향을 받는다. 도 4a에서 포커싱 코일(103)로부터 나오는 화살표는 플레밍의 왼손 법칙에 의해 자기력선의 분포에 따라 상기 포커싱 코일(103)이 받게 되는 힘의 크기 및 방향을 나타낸 것이다. 이와 같이 상기 바깥쪽의 제2 포커싱 코일(103b)에서도 누설 자속에 의한 영향으로 힘을 받게 되고, 이것은 상기 포커싱 코일(103)을 전체적으로 볼 때 불균형적인 힘의 분포를 야기한다. 즉, 도 4b에 도시된 바와 같이 상기 요크(106a)의 안쪽에 있는 제1 포커싱 코일(103a)에 미치는 힘( $F_u$ )과 상기 요크(106a)의 바깥쪽에 있는 제2 포커싱 코일(103b)에 미치는 힘( $F_d$ )이 불균형을 이루므로 상기 보빈(110) 및 렌즈홀더(102)가 앞뒤로 흔들리는 피칭모드(pitching mode, 도 7a 참조)가 발생된다. 즉, 도 4b에서 화살표 P로 표시된 방향으로 흔들리게 된다.

<41> 또한, 상기 바깥쪽의 제2 포커싱 코일(103b)은 포커싱 동작을 위해서 사용되지 않는 무용의 코일로서 질량증가 및 권선 코일의 저항 증가로 인해 액추에이터의 감도가 저하된다. 따라서, 디스크의 고배속화에 따른 고속 추종 능력에 장애가 된다.

- <42> 한편, 상기 한 쌍의 트랙킹 코일(104)에 의한 트랙 방향(T)으로의 운동시 운동 중심점과 무게중심점(G)이 일치하지 않으므로 해서 롤링모드(rolling mode, 도 7b 참조)가 발생된다. 도 5a에 도시된 바와 같이 상기 보빈(110)이 정지되어 있을 때에는 액츄에이터(100)의 전체적인 무게중심점(G)과 상기 보빈(110)의 운동 중심점(H)이 일치한다. 도 ( 면에서 화살표는 트랙킹 코일(104)이 마그네트(105)에 의해 받는 힘의 크기와 방향을 나타낸다. 상기 트랙킹 코일(104)이 받는 힘의 크기는 트랙킹 코일(104)에 흐르는 전류와 자속의 크기에 의존하는데 전류는 일정하다고 할 때 자속의 크기에만 의존하게 된다. 그런데, 자속은 상기 마그네트(105)의 중심부에서 가장 크고 가장자리로 갈수록 작아진다.
- <43> 도 5a와 같이 트랙킹 코일이 중립 위치에 있을 때에는 상기 트랙킹 코일(104)을 중심으로 자속이 대칭적으로 분포되어 있으므로 결국 질량중심점(G)과 트랙킹 코일의 운동 중심점(H)이 일치한다.
- <44> 그런데, 도 5b에 도시된 바와 같이 상기 포커싱 코일(103)에 의해 보빈(110)이 위로 포커싱되면 상기 마그네트(105)에 의해 상기 트랙킹 코일(104)에 미치는 힘이 트랙킹 코일(104)의 아랫쪽에 편향되게 된다. 따라서, 상기 보빈(110)의 위쪽에서의 트랙킹 힘보다 아래쪽에서의 트랙킹 힘이 크므로 화살표 R1방향으로 회전 모멘트가 발생된다. 이에 반해, 도 5c에 도시된 바와 같이 상기 포커싱 코일(103)에 의해 보빈(110)이 아래로 포커싱되면 상기 마그네트(105)에 의해 상기 트랙킹 코일(104)에 미치는 힘이 트랙킹 코일(104)의 윗쪽에 편향되게 된다. 따라서, 상기 보빈(110)의 위쪽에서의 트랙킹 힘이 아래쪽에서의 트랙킹 힘보다 크므로 화살표 R2방향으로 회전 모멘트가 발생된다.

- <45> 결과적으로, 보빈(110)의 포커싱 동작에 따라 상기 트랙킹 코일(104)의 운동중심점(H)과 질량중심점(G)이 일치하지 않게 되어 화살표 R1,R2 방향으로 롤링하는 롤링모드(도 7b)가 초래된다.
- <46> 그리고, 상기와 같은 종래의 렌즈홀더(102)는 그 양측에 와이어 서스펜션(107)의 강성에 의해 액츄에이터의 주파수 특성이 결정된다. 그러나 렌즈홀더 자체도 기구적인 구조물이므로 고유한 진동 주파수를 갖고 있고 상기 진동 주파수에서 액츄에이터가 가진 될 때 렌즈홀더(102)의 고유한 진동 모드에 의해 공진하게 된다.
- <47> 이러한 종래의 렌즈홀더에서는 렌즈홀더 전체가 변형하는 모드로 렌즈홀더 구조물이 도 6의 (a)(c)와 같이 트위스팅(Twisting)되거나 도 6의 (b)와 같이 밴딩(Bending)되는 형태로 진동하게 된다. 도 6의 (a)는 주파수가 17.2KHz일 때의 트위스팅된 구조이고, 도 6b는 주파수가 23.1KHz일 때의 밴딩 상태이며, 도 6c는 주파수가 23.3KHz일 때 트위스팅 상태를 나타낸다. 이러한 종래의 렌즈홀더에서는 17.2KHz에 최초의 변형이 나타나므로 포커싱 동작 또는 트랙킹 동작을 최초 변형 주파수 이전의 주파수이전에 완료해야 하므로 고배속 재생의 경우 포커싱 또는 트랙킹 제어가 어렵게 된다.
- <48> 이와 같은 렌즈홀더의 진동모드 형태는 대물렌즈도 함께 진동을 유발하므로, 빔에 직접적인 영향을 미쳐 디스크를 추종해야 하는 액츄에이터의 제어를 어렵게 만든다.
- <49> 렌즈홀더(102)의 고유한 진동 모드는 렌즈홀더(102)의 형상에 의해 결정되는 특성으로 렌즈홀더 자체의 진동 모드에 의해 대물 렌즈(101)가 함께 진동하게 되고, 결국 빔이 왜곡되게 되므로 디스크를 추종하는 제어특성에 악 영향을 가져오게 된다.

<50>       상기와 같은 종래의 구조에서는, 액츄에이터에서의 피칭모드와 롤링모드와 같은 회전 진동모드는 포커싱 및 트래킹 동작시 기본 주파수 특성의 위상과 변위에 악영향을 주게 되고 이에 따라 광학신호의 열화가 초래된다. 따라서, AC 감도를 향상시키고자 자속 밀도를 증가시키기 위해 마그네트(105)의 크기를 크게 하면 누설자속도 함께 증가되어 부공진을 초래하므로 자속밀도 증가에는 한계가 있었다. 더욱이, 고배속, 고밀도 광기록 재생장치에서는 피칭모드와 롤링모드 현상이 더욱 심각하게 나타나므로 고배속화되가는 광기록 재생장치에 적합한 광픽업 액츄에이터가 요구된다.

<51>       또한, 고차 공진 주파수가 고역 주파수 영역에 포함되는 경우 보빈이 변형됨에 따라 대물렌즈가 변형이 되거나, 보빈에서 대물렌즈 위치도 바뀌게 되어 디스크에 초점이 제대로 맺히지 않는 원인이 되고, 이에 따라 디스크 내의 트랙 신호를 제대로 읽지 못하게 되어 재생이 불가능하게 되는 문제점이 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<52>       본 발명은 상기한 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로서, 렌즈홀더의 구동을 위해 2개의 마그네트 사이에 가동을 위한 코일들을 Y축 방향으로 각각 나열한 슬림형 광 픽업 액츄에이터를 제공함에 그 목적이 있다.

<53>       제 1목적은 렌즈홀더 내부 및 마그네트 사이의 중심부에 포커싱 코일을 배치하고, 마그네트 좌/우측에 트래킹 코일을 배치하여, 코일들의 권선된 면이 두 개의 마그네트와 각각 대향하도록 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터를 제공함에 그 목적이 있다.

- <54> 제 2목적은 액츄에이터의 구동 특성의 안정성 및 고 감도를 위하여 포커스 코일의 힘 중심과 트래킹 코일의 힘 중심이 X축 방향의 한 점에 일치될 수 있도록 한 슬림형 광 픽업 액츄에이터를 제공함에 그 목적이 있다.
- <55> 제 3목적은 2개의 마그네트 사이에 서로 다른 방향으로 권선된 코일들을 배치하여, 마그네트 간의 이격 거리를 기존 보다 상대적으로 멀어지게 함으로써, 역기전력에 의한 요크 진동을 해결하고, 서보 안정성을 향상시켜 줄 수 있는 슬림형 광 픽업 액츄에이터를 제공함에 그 목적이 있다.
- <56> 제 4목적은 코일을 지지하기 위한 보빈을 사용하지 않고 렌즈홀더에 일체로 형성된 코일지지부를 이용하여 코일을 안착, 고정시켜 줄 수 있도록 함으로써, 렌즈홀더의 무게를 줄여주어, 구동 신뢰성을 확보할 수 있도록 한 슬림형 광 픽업 액츄에이터를 제공함에 그 목적이 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

- <57> 상기한 목적 달성을 위한 본 발명에 따른 슬림형 광 픽업 액츄에이터는,
- <58> 디스크에 광을 집광하는 대물렌즈를 일측에 탑재하고, 트래킹 및 포커싱 방향으로 가동하는 렌즈홀더;
- <59> 베이스에 서로 대향되게 부착된 마그네트;
- <60> 서로 다른 방향으로 권선되고, 상기 렌즈홀더의 트래킹 가동방향(Y축방향)으로 배치되어 상기 마그네트 사이에 설치되는 트래킹 및 포커싱 코일을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- <61> 상세하게, 상기 렌즈홀더는 상기 돌출된 요크 및 마그네트를 수용하는 제 1 및 제 2수용홈과, 상기 포커싱 및 트래킹 코일을 지지하기 위해 상기 제 1 및 제 2수용홈 사이에 Y축 방향으로 일체로 형성된 코일 지지부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <62> 바람직하게, 두 개의 마그네트 사이의 중심부와 대향하는 위치에 수평 권선된 포커싱 코일을 배치하고, 상기 포커싱 코일 좌/우측 및 두 개의 마그네트 측면부에 대향하는 수직 권선된 트래킹 코일을 배치한 것을 특징으로 한다.
- <63> 바람직하게, 상기 포커싱 코일의 권선된 양 측면이 마그네트 중심부와 대향하며, 트래킹 코일의 권선된 양 측면이 마그네트 측면부와 대향하는 것을 특징으로 한다.
- <64> 바람직하게, 상기 두 개의 마그네트 사이의 거리는 3.6mm 정도인 것을 특징으로 한다.
- <65> 바람직하게, 상기 포커싱 및 트래킹 코일과 접촉하는 상기 코일 지지부의 십자형 돌기 및 렌즈홀더 내측면 사이를 에폭시로 채워 코일들을 고정하는 것을 특징으로 한다.
- <66> 본 발명의 다른 실시 예에 따른 슬림형 광 픽업 액츄에이터는,
- <67> 베이스로부터 서로 대향하는 요크 및 마그네트 및, 상기 마그네트와 권선된 면이 대향하는 서로 다른 방향으로 권선된 코일들로 구성된 자기 구동부;
- <68> 일측 상단에 대물렌즈를 탑재하고, 상기 자기 구동부의 중심 위치와 일치하는 무게 중심 및 동작 힘 중심을 갖고 상기 자기 구동부에 의해 일정 방향으로 가동하는 렌즈홀더;
- <69> 상기 렌즈홀더에 대해 소정의 자유도로 지지하기 위해 프레임에 연결된 한쌍의 와이어 서스펜션을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- <70> 바람직하게, 상기 마그네트는 단극인 것을 특징으로 한다.
- <71> 바람직하게, 상기 자기 구동부의 코일은 복수개의 마그네트 중심부와 권선된 면이 대향하며 사각형태로 수평 권선된 포커싱 코일과, 상기 마그네트 좌/우측과 권선된 면이 대향하고 포커싱 코일 측면에 부착되어 상호간이 마주보고 있는 좌/우 트래킹 코일을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <72> 바람직하게, 상기 포커싱 코일의 포커싱 구동에 따른 힘 중심과 트래킹 코일에 의한 트래킹 코일의 힘 중심, 렌즈홀더의 무게 중심이 X 축 방향의 한 점에 일치하는 것을 특징으로 한다.
- <73> 바람직하게, 상기 좌/우 트래킹 코일은 가로 방향으로 사각형태로 상호 마주 보게 배치되며, 비 권선된 면이 포커싱 코일 좌/우 측면에 부착되는 것을 특징으로 한다.
- <74> 이하 첨부된 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- <75> 도 8은 본 발명 슬림형 광 픽업 액츄에이터의 사시도이고, 도 9a는 도 9의 렌즈홀더 상세 구성도이며, 도 9b는 도 8의 코일 및 마그네트 배치를 보인 구성도이다.
- <76> 도 8 및 도 9a,9b를 참조하면, 일측 상단에 돌출된 대물렌즈(201)를 탑재하고 내부에 제 1 및 제 2수용홈(220,221)과 코일지지부(210)를 갖는 렌즈홀더(202)와; 상기 코일지지부에 안착되고 렌즈홀더(202) 중심부에 사각형상으로 수평 권선된 포커싱 코일(203)과; 상기 코일지지부에 안착되고 포커싱 코일(203)의 전/후 측면에 사각형상으로 수직 권선된 트래킹 코일(204)과; 상기 렌즈홀더(202)의 제 1 및 제 2수용홈(220,221)으로 돌출되는 요크(206a)가 형성된 베이스(206) 및 마그네트(205)와; 상기 렌즈홀더(202)를 좌우측에서 각각 지지하는 한 쌍의 와이어 서스펜션(207)과; 상기 와이어 서스펜션(207)을



지지하고 베이스(206)의 후면에 고정되는 프레임(209)과 그 배면에 부착되어 상기 코일들(203, 204)에 전원을 공급하는 기판(208)을 포함하는 구성이다.

<77> 여기서, 상기 마그네트(205)는 단극(N:S)으로 코일들(203,204)과 대향하고 그 대향하는 면적이 포커싱 코일(203) 및 트래킹 코일(204)의 결합 면적 보다 큰 면적으로 대향하고 있는 구조이다.

<78> 그리고, 포커싱 코일(203)의 내부 중심이 포커싱 힘 중심 및 대칭적인 트래킹 힘 중심, 렌즈홀더의 무게 중심이 되는 것을 특징으로 한다.

<79> 여기서, 두 개의 마그네트(205)사이의 거리는 3.6mm 인 것을 특징으로 한다.

<80> 여기서, 렌즈홀더(202)는 내부의 제 1 및 제 2수용홈(220,221) 사이에 상기 코일(203,204)을 지지하기 위한 코일지지부를 일체로 형성하고 있는 구성이다.

<81> 상기와 같이 구성되는 렌즈 돌출형 광 픽업 액츄에이터에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<82> 도 8 및 도 9(9a,9b)를 참조하면, 광 픽업 액츄에이터는 렌즈홀더(202)의 일측 상단에 대물렌즈(201)를 탑재하고, 렌즈홀더(202)의 양 측면과 프레임(209) 사이에 한 쌍의 와이어 서스펜션(207)을 연결하여 렌즈홀더(202)를 소정의 자유도를 갖고 지지한다.

<83> 그리고, 프레임(209) 배면에 부착된 기판(208)과 렌즈홀더(202)의 양측면에 결합된 기판(또는 접점)(211)이 와이어 서스펜션(207)에 의해 전기적으로 연결되어 이를 통해 전류를 흘려준다.

- <84> 한편, 렌즈홀더(202)는 도 9a에 도시된 바와 같이, 내부에 제 1 및 제 2수용홈(220,221)과 상기 제 1 및 제 2수용홈(220,221) 사이에 코일지지부(210)를 일체로 형성한다.
- <85> 상기 코일 지지부(210)는 렌즈홀더(202)의 내부 저면에 Y축 방향으로 형성된 구조로서, 그 중심부에 십자형 돌기(224)를 형성하고, 좌/우측으로 코일 안착홈(222)을 가공한다. 상기 십자형 돌기(224)에는 포커싱 코일(203)이 결합되며, 코일 안착홈(222)에는 트래킹 코일(204)이 안착된다. 즉 포커싱 코일(203)은 눕혀서 안착되고 트래킹 코일(204)은 세워서 안착되는 구조이다.
- <86> 이에 따라, 십자형 돌기(224)에 포커싱 코일(203)이 비권선된 면을 통해 결합되고 트래킹 코일(204)의 비권선된 일측면이 상기 포커싱 코일(203)의 권선된 일측면과 각각 밀 결합된다.
- <87> 여기서, 상기 포커싱 코일(203)과 트래킹 코일(204) 상호간은 미리 본딩 공정에 의해 밀 결합된 상태로 상기의 코일지지부에 안착되어 고정될 수도 있다. 또한 코일들(203,204)의 고정을 위한 보빈(bobbin)을 삭제함으로써, 기존 보다 렌즈홀더의 무게를 줄일 수 있다.
- <88> 또한 상기 십자형 돌기(224)의 외부와 포커싱 코일(203)의 내부 비권선된 면 사이에는 접착제로서 에폭시(215)로 채워지고, 포커싱 코일(203)의 나머지 비권선된 일측면과 렌즈홀더(202)의 내부에 내향된 돌기(225)의 홈(225a) 사이에는 에폭시(215)로 채워진다.

- <89> 그리고, 렌즈홀더(202)의 제 1 및 제 2수용홈(220,221)으로 베이스(206)에 형성된 U자형 요크(206a)와 U자형 요크 내면(즉, 대향면)에 부착된 마그네트(205)가 돌출되므로써, 수평 권선된 포커싱 코일(203)의 권선된 양측면이 마그네트(205)와 대향하고, 사각 형태로 수직 권선된 트래킹 코일(204)의 권선된 양 측면이 마그네트(205)의 좌/우측과 대향하게 된다. 실시 예로서, 상기 마그네트는 단극이다.
- <90> 여기서, 코일 지지부의 베이스 상면은 서로 다른 층으로 이루어질 수도 있다. 즉, 포커싱 코일(203)의 높이와 트래킹 코일(204)의 높이 조정이 가능한 구조이다. 이를 위해 코일지지부의 십자형 돌기(222)의 저면(223)이 코일 안착홈(222)의 바닥면(226)과 다른 높이를 갖는다.
- <91> 상기 십자형 돌기(222)와 저면(223)과 코일 안착홈(222)의 바닥면(226)은 상기 렌즈홀더(202)와 플라스틱 재료로 일체로 형성된다.
- <92> 도 9b에 도시된 바와 같이, 본 발명은 마그네트(205) 사이에 코일(203,204)들을 배치한 구조로서, 마그네트(205)의 중심부에 포커싱 코일(203)을 배치하며, 마그네트(205)의 양 측면부에 좌/우 트래킹 코일(204)을 각각 배치하게 된다. 즉, 도면상 Y축 방향으로 각각의 코일들이 배치된다. 또한 마그네트(205)는 포커싱 코일(203) 및 트래킹 코일(204)이 가지는 대향 면적 보다 넓기때문에, 포커싱 및 트래킹 코일(203,204)에서의 포커싱 및 트래킹 동작에 따른 자속 분포를 균형있게 가져갈 수 있다.
- <93> 또한, 포커싱 코일(203)을 중심으로 전/후에 마그네트(202)가 배치되고, 좌/우에 트래킹 코일(202)이 배치되는 구조이기 때문에, 포커싱 코일(203)의 중심이 무게 중심(G)이며 또 포커싱 또는 트래킹 동작에 따른 힘 중심(G)이 된다.

- <94> 다시 말하면, 두 개의 마그네트(205) 사이의 중심부가 무게 중심 및 가동에 따른 힘 중심이 된다. 즉, 포커싱코일(203)의 동작중심점과 상기 포커싱코일(203)을 중심으로 Y축 방향을 따라 설치된 2개의 트랙킹 코일(204)의 모멘트 동작중심점이 중심점(G)에 일치하게 되고, 상기 렌즈 홀더(202)의 무게 중심을 상기 중심점(G)에 일치하도록 설계하면, 코일들의 동작중심점과 렌즈 홀더(202)의 무게 중심이 일치한다.
- <95> 따라서, 코일(203,204)들의 중심이 무게 중심 및 가동에 따른 힘 중심이 되며, 또는 포커싱 코일(203)의 중심이 곧 트랙킹 코일(204)의 힘 중심이 되므로, 마그네트(205) 사이의 중심이 무게 중심 및 가동에 따른 힘 중심이 된다.
- <96> 이에 따라 렌즈홀더(202)의 포커싱 구동 또는/및 트랙킹 구동에 따른 동작 중심점과 무게 중심점이 X 축방향의 한 중심점(G)에 일치하는 구조를 갖는다.
- <97> 또한, 포커싱 코일(203)의 양측에 마그네트(203)가 대향하고 있으므로, 기존과 같은 누설 자속이 발생하지 않기 때문에, 이동체(렌즈홀더)가 정확하게 이동된다.
- <98> 한편, 두 개의 마그네트(205) 사이에 배치되는 포커싱 코일(203) 또는/및 트랙킹 코일(204)에 전류를 인가하면 상기 마그네트(205)와 상기 포커싱 코일(203) 및 트랙킹 코일(204)의 전자기적 상호 작용에 의해 상기 코일들이 힘을 받게 되고 이에 따라 상기 렌즈홀더(202)가 연동하게 된다. 상기 포커싱 코일(203) 및 트랙킹 코일(204)이 힘을 받는 방향은 플레밍의 왼손법칙에 따르게 된다.
- <99> 따라서, 상기 포커싱 코일(203) 및 트랙킹 코일(204)과 마그네트(205)의 상호 작용에 의해 코일에 전자기력이 작용하면, 코일 구조체(코일 몸통) 및 이동체(렌즈홀더)는 포커싱 방향(Z) 또는 트랙킹 방향(Y)으로 운동하게 된다. 이에 따라 렌즈홀더(202)가 움

직이면서 대물렌즈(201)가 이동되어 디스크(미도시)에 광 스폿이 맺히는 위치가 조절된다.

<100> 도 10은 본 발명에 따른 트래킹 코일 및 마그네트의 측면도로서, 트래킹 코일(204)과 마그네트(203)에 의한 쇠교 길이(1)를 기존의 트래킹 코일 보다 충분하게 확보할 수 있어, 서보 안정성을 향상시킨다. 또한 마그네트(205) 간의 거리(d)가 기존보다 넓어짐으로써, 마그네트(203) 상호간에 발생하는 역기전력(Back EMF)을 없애 성능을 높일 수 있다.

<101> 이러한 광 픽업 액츄에이터에 대하여 동작에 대하여 설명하면 다음과 같다.

<102> 도 11(a)(b)은 본 발명의 구조에서 포커싱/트랙 자속 및 벡터 분포를 나타낸 도면이다.

<103> 도 11a는 두 개의 마그네트(205)와 포커싱 코일(203)의 자속 분포를 나타낸 것이다. 이에 도시된 바와 같이, 포커싱 코일(203)에 일정 방향의 전류가 인가되면 자속 분포는 마그네트(205)와 대향하는 측면에서 좌/우측면의 중심으로 향하게 됨으로써, 포커싱 동작을 수행하게 된다. 이는 기존에 요크(도 1 참조) 뒷 면의 포커싱 코일에서 누설 자속이 발생하던 문제를 본원발명에서는 포커싱 코일 전체를 이용하기 때문에 누설 자속을 없애고 메인 자속의 양을 크게 가져갈 수 있다.

<104> 도 11b는 두 개의 마그네트와 트래킹 코일 사이에 발생하는 자속 분포를 나타낸 것이다. 이에 도시된 바와 같이, 트래킹 코일(204)에 일정 방향의 전류가 인가되면 마그네트(203)와 대향하는 측면부터 트래킹 상/하 측면 중심에서 향하게 됨으로써, 트래킹 동작을 수행하게 된다.

- <105> 도 12(12a, 12b)는 본 발명의 구조에서의 렌즈홀더 주파수 특성을 나타낸 것이다.
- 도 12a는 본 발명 액츄에이터에서의 모델 분석을 통해 시뮬레이션한 것으로, 일차 주파수(21.6KHz)에서 벤딩(bending)된 상태를 나타낸 것이며, 도 12b는 이차 주파수(27.8KHz)에서의 트위스팅 상태를 나타낸 도면으로서, 종래의 최초변형이 발생하는 주파수 17.2KHz보다 21.6KHz에서 최초 변형이 발생하므로 종래보다 약 4.4KHz의 여유가 확보되어 고배속 재생상태에서 포커싱 또는 트래킹 제어 영역이 확대되어 서보 이득 마진의 여유도가 높고, 기존 타입 보다 높은 주파수 여유도를 갖고, 서보의 안정화를 확보할 수 있다.
- <106> 도 13은 본 발명에 따른 포커싱 가진 및 트래킹 가진시의 렌즈부 측정된 위상과 주파수 관계를 그래프이다. 이러한 관계 그래프는 포커스 힘 중심과 트래킹 힘 중심이 일치하기 때문에 무게 중심을 X축의 포커스 힘 중심의 한 점에 일치시킬 수 있기 때문에, 피칭(pitching) 모드와 yawing 모드가 거의 없고 구동 특성이 안정적이다.
- <107> 도 13a는 본 발명의 액츄에이터 타입에서 포커싱 가진시의 위상과 주파수 관계 그래프로서, 피칭 모드에서의 피칭 위상 지연이  $+0.14^{\circ}$ 이다. 도 13b는 트래킹 가진시의 위상과 주파수 관계 그래프로서 yawing 위상 지연이  $-0.05^{\circ}$ 이며, 롤링 위상 지연이  $+4.10^{\circ}$ 이다. 그런데, 종래 액츄에이터는 포커스 힘 중심과 트래킹 힘 중심이 어긋남에 따라 무게 중심을 피칭모드와 yawing 모드의 위상 지연이 서로 배분되게 위치시킬수 밖에 없기 때문에 각각 위상의 방향은 반대이면서 약  $5.3^{\circ}$ (피칭 위상 지연=  $+5.31^{\circ}$ , yawing 위상 지연=  $-5.38^{\circ}$ )로 나타나며, 롤링 모드(rolling mode)에서의 위상 지연은  $+4.62^{\circ}$  나타난다

<108> 따라서, 자기 구동부(마그네트와 코일)의 중심이 렌즈홀더의 무게 중심임과 동시에 트래킹 및 포커싱 구동에 따른 힘 중심이 됨으로써, X축 방향의 한 점에 무게 중심, 포커싱 동작 중심, 트래킹 동작 중심을 갖는 액츄에이터를 제공함으로써, 기존의 포커싱 코일에서 발생하는 누설 자속을 없애고 메인 자속의 양을 크게할 수 있으며, 보빈을 제거하여 렌즈홀더 만을 사용하므로 질량을 줄여서 고 감도가 가능하게 한다.

<109> 또한 마그네트 사이에 코일을 설치함으로써, 마그네트와 마그네트 사이의 간격을 기존보다 넓게 가져감으로써, 기존 액츄에이터에서 마그네트와 마그네트의 간격이 근 거리로 인해 발생하는 역기전력(Back EMF)에 의한 요크 진동량을 줄일 수 있다. 즉, 다른 자기력에 의해 영향받는 요소를 제거할 수도 있다.

#### 【발명의 효과】

<110> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 슬림형 광 픽업 액츄에이터에 의하면, 두 개의 마그네트 중심부에 포커싱 코일 배치하고, 좌/우측에 트래킹 코일을 배치함으로써, 액츄에이터의 무게 중심과 트래킹 및 포커싱 구동에 따른 힘 중심을 X 축 방향의 한 점에 일치시켜 줄 수 있어, 기존 보다 구동 신뢰성 및 서보 안정성을 향상시켜 줄 수 있는 효과가 있다.

<111> 또 다른 효과는 보빈을 제거함으로써, 렌즈홀더의 무게를 줄여 줄 수 있는 효과가 있다.

- <112>      또 다른 효과는 코일지지부가 렌즈홀더와 일체로 형성되어 코일이 설치되는 위치에서 렌즈홀더의 양측면을 상기 코일지지부가 지지하게 하여 상기 렌즈 홀더의 변형을 감소시키는 효과가 있다.
- <113>      또 다른 효과는 마그네트 사이에 트래킹 및 포커싱 코일들을 모아 놓으므로써, 마그네트 간의 거리를 넓게 가져갈 수 있어 역 기전력을 제거할 수 있는 효과가 있다.
- <114>      또 다른 효과는 두 개의 마그네트 중심부에 포커싱 코일, 좌/우측부에 트래킹 코일을 배치함으로써, 힘 중심과 무게 중심이 일치하지 않아 발생하는 롤링 모드와 피칭 모드 등과 같은 현상을 해결할 수 있는 효과가 있다.



**【특허청구범위】****【청구항 1】**

디스크에 광을 집광하는 대물렌즈를 일측에 탑재하고, 트래킹 및 포커싱 방향으로 가동하는 렌즈홀더;

베이스에 서로 대향되게 부착된 마그네트;

서로 다른 방향으로 권선되고, 상기 렌즈홀더의 트래킹 가동방향(Y축방향)으로 배치되어 상기 마그네트 사이에 설치되는 트래킹 및 포커싱 코일을 포함하는 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서,

상기 렌즈홀더는 상기 마그네트가 돌출 결합되는 제 1 및 제 2수용홈과, 상기 포커싱 및 트래킹 코일을 지지하기 위해 상기 제 1 및 제 2수용홈 사이에 Y축 방향으로 일체로 형성된 코일 지지부를 포함하는 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

**【청구항 3】**

제 1항에 있어서,

두 개의 마그네트 사이의 중심부와 대향하는 위치에 수평 권선된 포커싱 코일을 배치하고, 상기 포커싱 코일 좌/우측 및 두 개의 마그네트 측면부에 대향하는 수직권선된 트래킹 코일을 배치한 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

**【청구항 4】**

제 1항에 있어서,

상기 포커싱 코일의 권선된 양 측면이 마그네트 중심부와 대향하며, 트래킹 코일의 권선된 양 측면이 마그네트 측면부와 대향시키는 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

**【청구항 5】**

제 2항에 있어서,

상기 코일지지부의 대략 중심위치에는 상기 포커싱 코일을 지지하는 포커싱코일 지지부가 형성되고, 상기 지지부의 측면에는 상기 트래킹 코일이 안착되는 코일 안착홈이 형성된 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

**【청구항 6】**

제 5항에 있어서,

상기 포커싱 및 트래킹 코일과 접촉하는 상기 코일 지지부의 포커싱 코일지지부와 포커싱 코일 사이 또는 상기 트래킹 코일과 상기 렌즈홀더 내측면 사이를 에폭시로 채워 코일들을 고정하는 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

**【청구항 7】**

베이스로부터 서로 대향하는 요크 및 마그네트 및, 상기 서로 대향하는 마그네트 내부에 서로 다른 방향으로 권선된 코일들로 구성된 자기 구동부와;

일측 상단에 대물렌즈를 탑재하고, 상기 자기 구동부의 중심 위치와 일치하는 무게 중심을 갖고 상기 자기 구동부에 의해 일정 방향으로 가동하는 렌즈홀더;

상기 렌즈홀더에 대해 소정의 자유도로 지지하기 위해 프레임에 연결된 한쌍의 와이어 서스펜션을 포함하는 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

**【청구항 8】**

제 7항에 있어서,

상기 자기 구동부의 마그네트는 단극인 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

**【청구항 9】**

제 7항에 있어서,

상기 자기 구동부의 코일은 복수개의 마그네트 중심부와 대향하며 사각형태로 수평 권선된 포커싱 코일과, 상기 마그네트 좌/우측과 대향하고 포커싱 코일 측면에 부착되어 상호간이 마주보고 있는 좌/우 트래킹 코일을 포함하는 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

**【청구항 10】**

제 7항 또는 제 9항에 있어서,

상기 포커싱 코일의 포커싱 구동에 따른 힘 중심과 트래킹 코일에 의한 트래킹 코일의 힘 중심, 렌즈홀더의 무게 중심이 X 축 방향의 한 점에 일치하는 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

**【청구항 11】**

제 9항에 있어서,

상기 좌/우 트래킹 코일은 가로 방향으로 사각형태로 상호 마주 보게 배치되며, 비 권선된 면이 포커싱 코일 좌/우 측면에 부착되는 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

#### 【청구항 12】

서로 대향되게 고정된 마그네트와,

상기 마그네트 사이의 중심부에 위치하고 수평 권선된 면이 두 개의 마그네트와 대향하는 포커싱 코일;

상기 마그네트 좌/우측에 위치하고, 수직 권선된 면이 두 개의 마그네트와 대향하는 좌/우측 트래킹 코일;

대물렌즈를 탑재하고, 내부에 상기 마그네트가 위치되는 제 1 및 제 2수용홈, 상기 제 1 및 제 2수용홈 사이에 상기 코일들이 안착되도록 Y축 방향으로 형성된 코일 지지부를 갖는 렌즈홀더를 포함하는 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

#### 【청구항 13】

서로 대향되게 고정된 마그네트와,

대물렌즈를 탑재하고, 내부에 최소한 1개의 상기 마그네트가 위치되는 수용홈, 상기 수용홈의 양측면을 연결하는 코일 지지부가 일체로 형성된 렌즈홀더를 포함하는 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

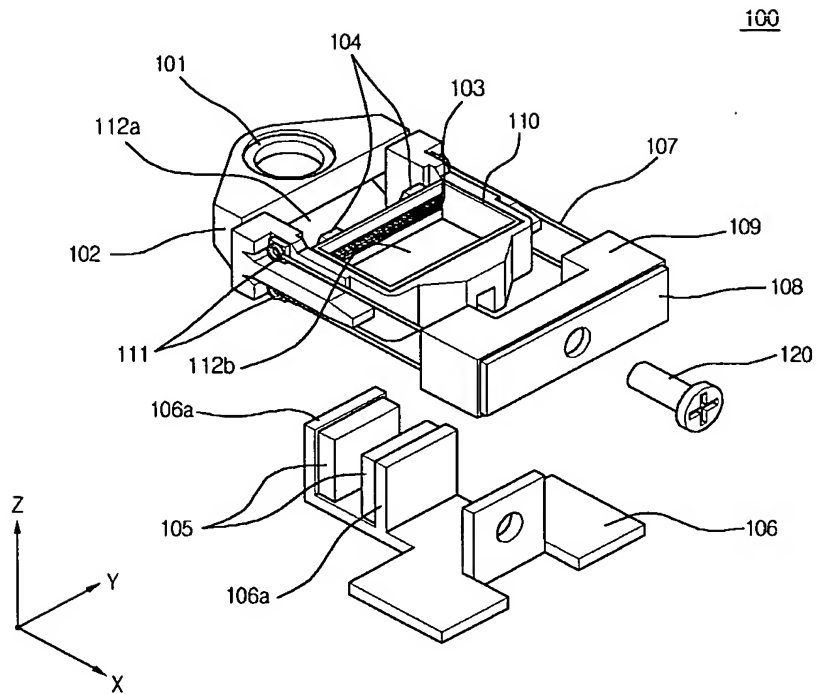
#### 【청구항 14】

제 13항에 있어서,

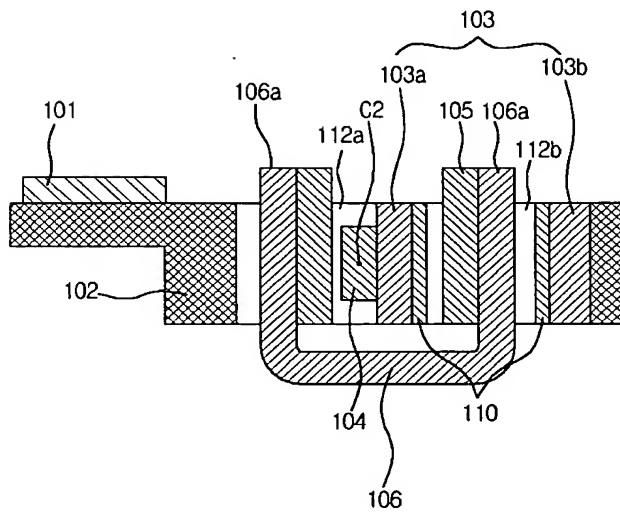
상기 코일지지부에는 포커싱 코일이 설치되는 포커싱코일 지지부와, 상기 포커싱코일 지지부의 측면 위치에 트래킹코일이 설치되는 트래킹 코일 안착홈이 형성된 것을 특징으로 하는 슬림형 광 픽업 액츄에이터.

## 【도면】

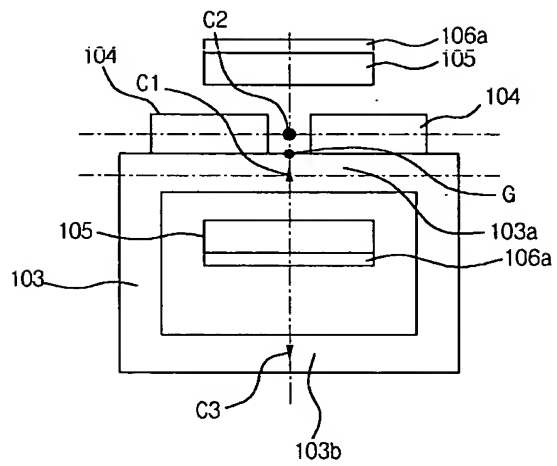
【도 1】



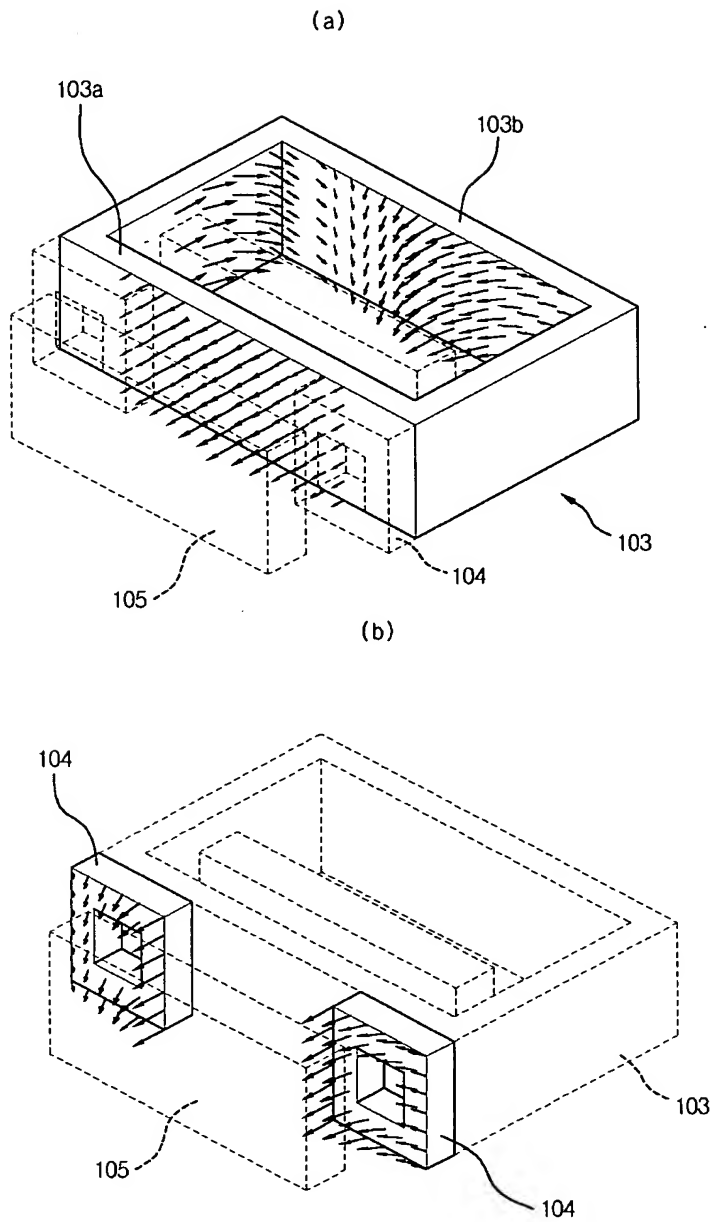
【도 2a】



【도 2b】

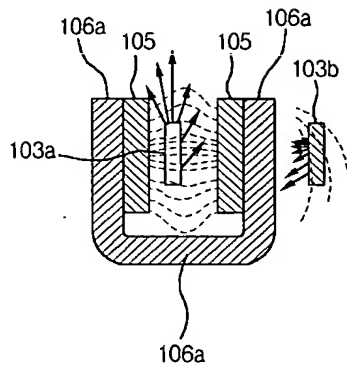


【도 3】

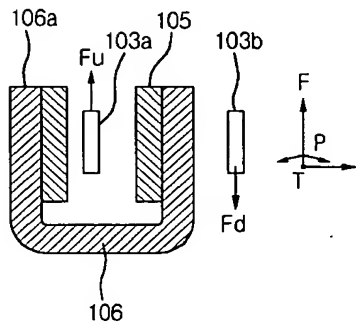




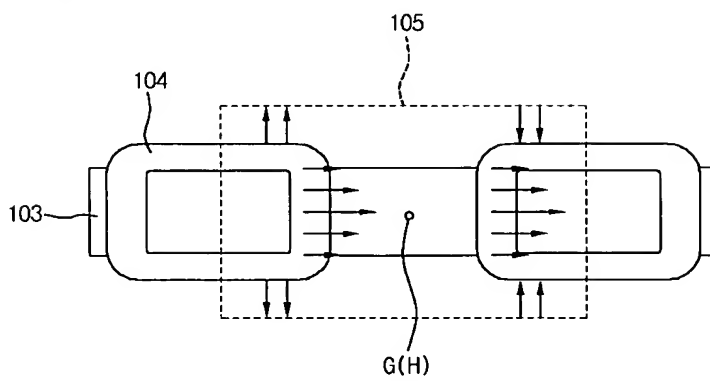
【도 4a】



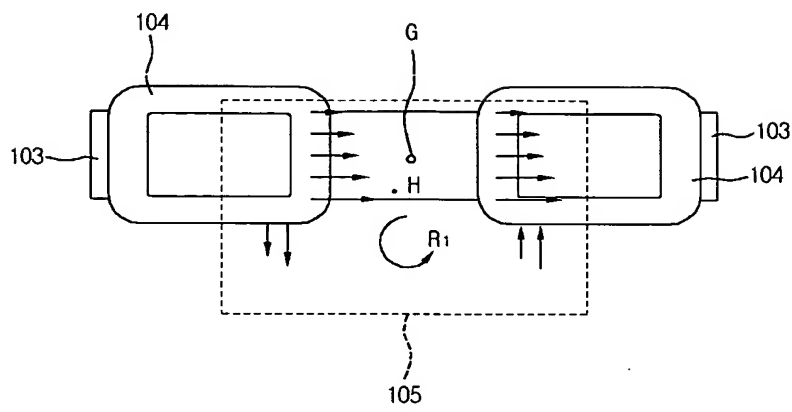
【도 4b】



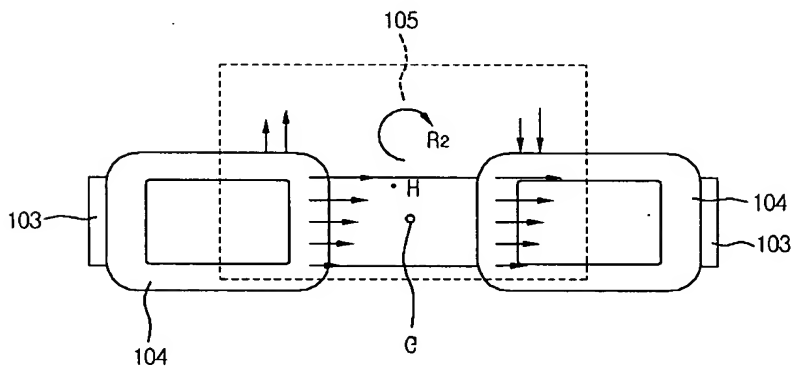
【도 5a】



【도 5b】

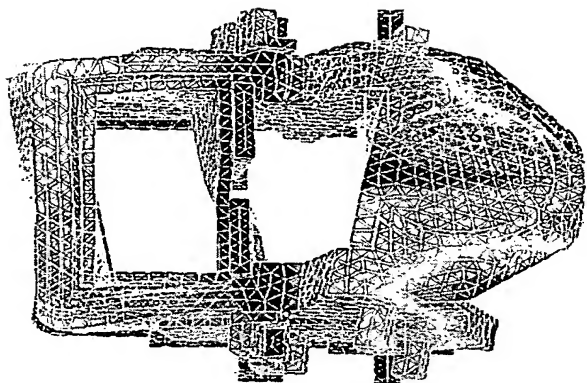


【도 5c】

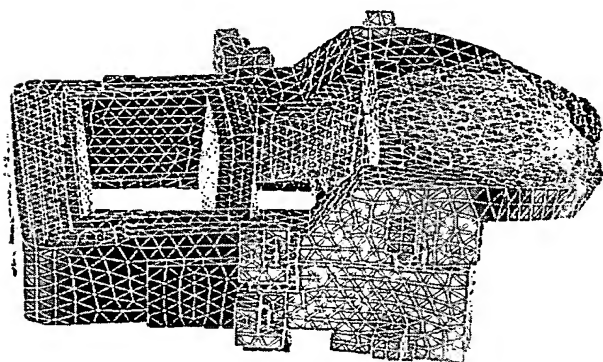


【도 6】

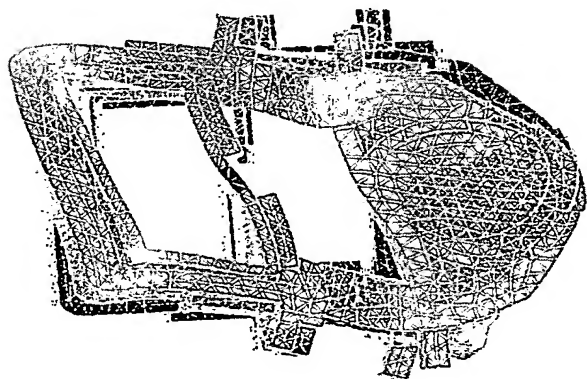
(a)



(b)

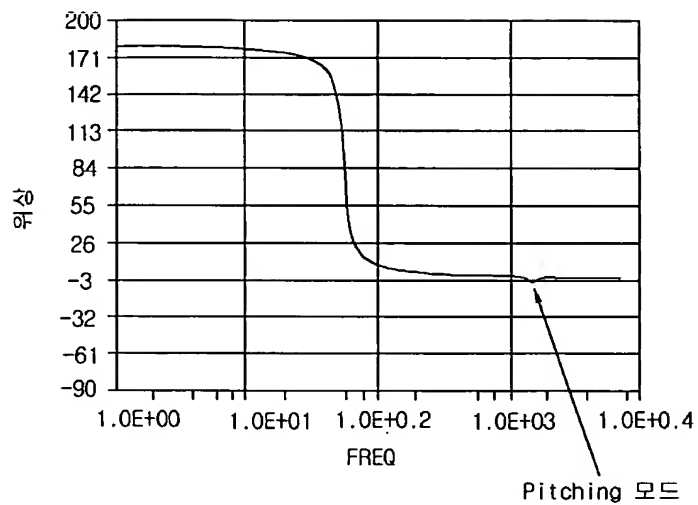


(c)

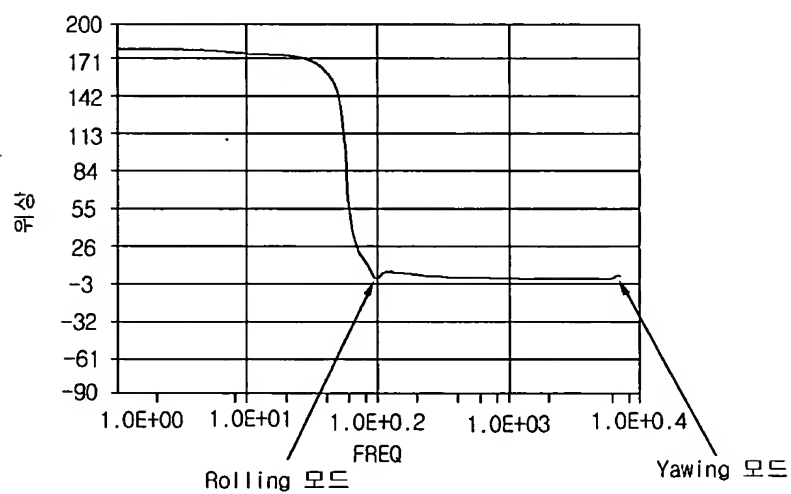


【도 7】

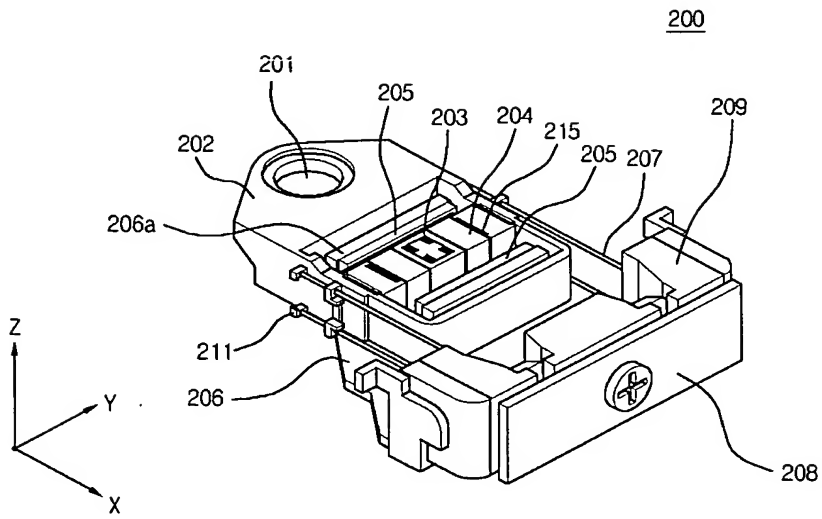
(a)



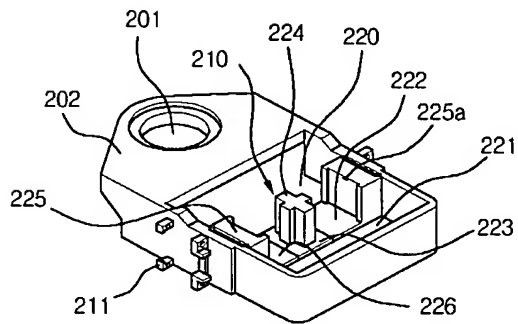
(b)



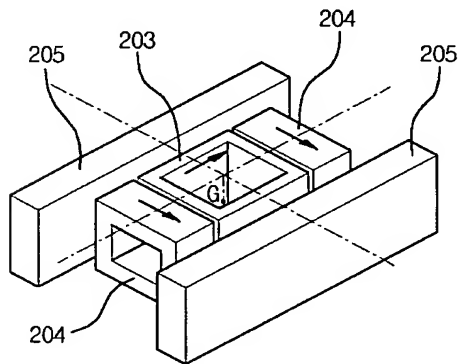
【도 8】



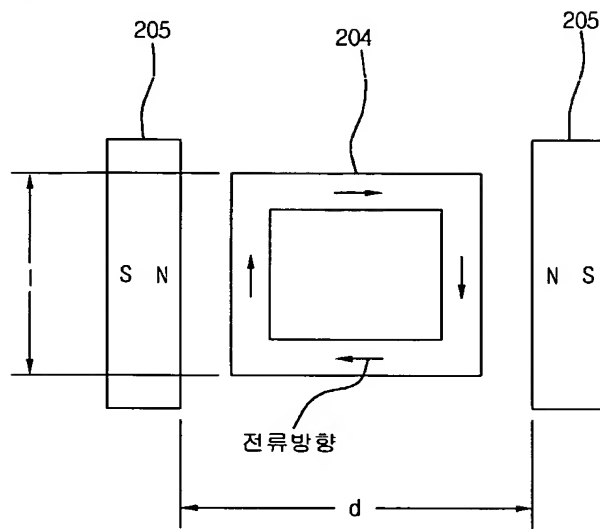
【도 9a】



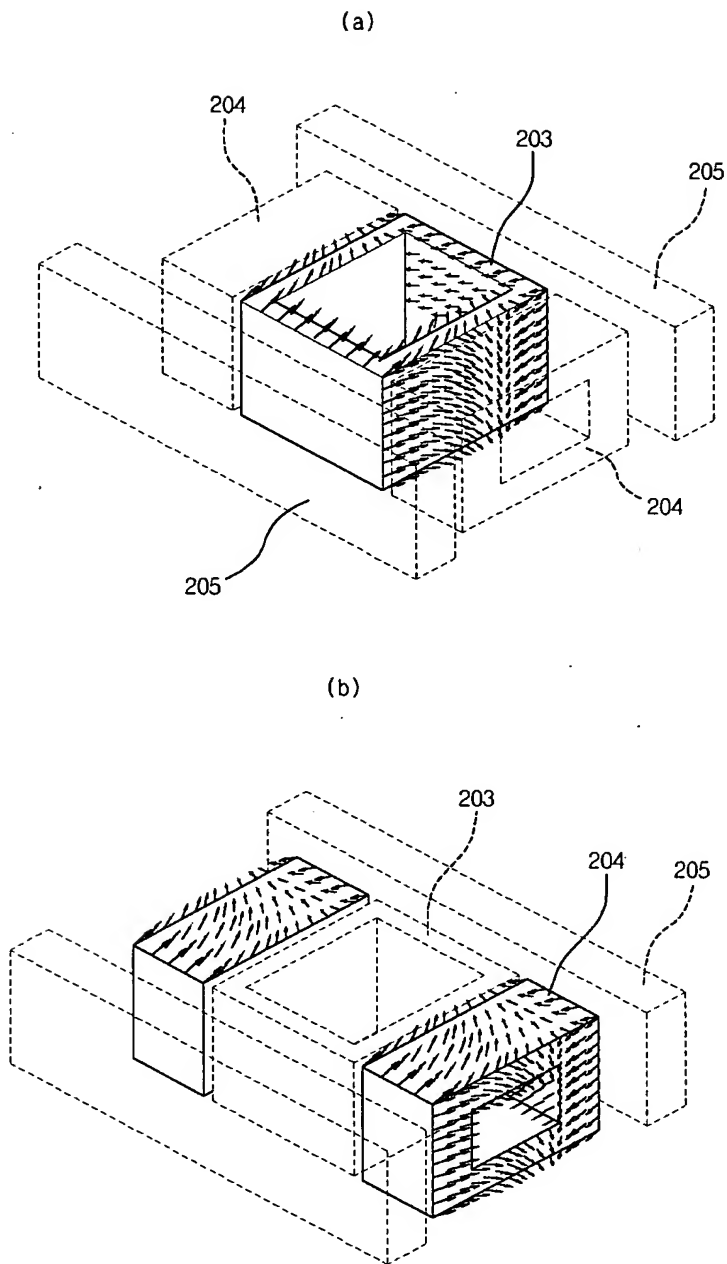
【도 9b】



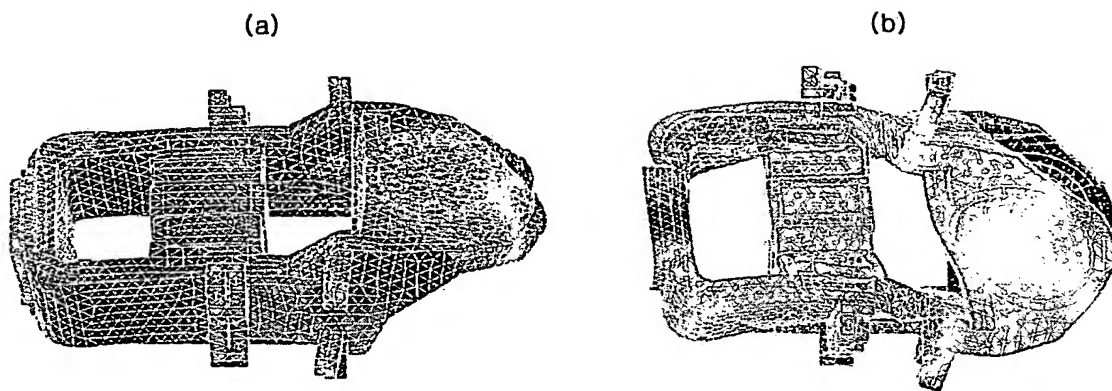
【도 10】



【도 11】



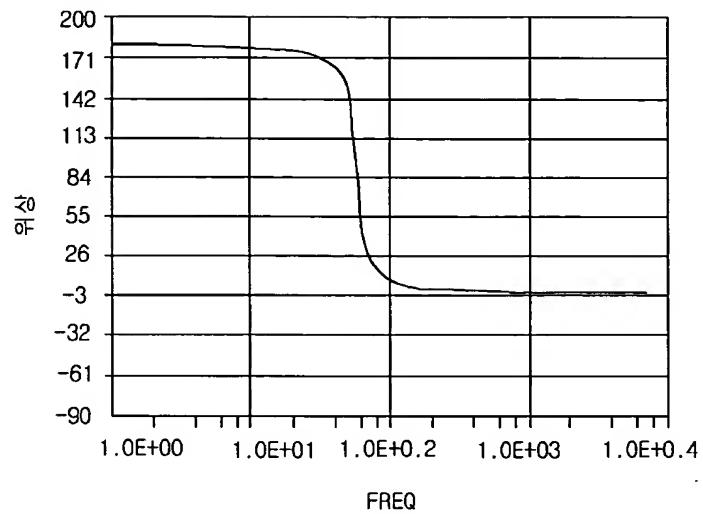
【도 12】





【도 13】

(a)



(b)

